

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.07.2023 18:21:45
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и
методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
«24» 01 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ В
НЕФТЕГАЗОХИМИИ
Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Направленность программы магистратуры
Технология и продукты нефтегазохимии

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Факультет
Химической и биотехнологии

Кафедра
Технологии нефтехимических и углехимических производств

Санкт-Петербург
2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Клементьев В.Н.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование и проектирование в нефтегазохимии» обсуждена на заседании кафедры технологии нефтехимических и углехимических производств

протокол от 21.12.2022 № 3

Заведующий кафедрой

С.В. Дронов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии
протокол от 19.01.2023 № 5

Председатель

М.В.Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП		М.В.Рутто
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З.Труханович
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

Оглавление

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3	Объем дисциплины.....	6
4	Содержание дисциплины	7
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий.....	7
4.2	Занятия лекционного типа	7
4.3	Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).....	8
4.4	Лабораторные занятия.....	9
4.5	Самостоятельная работа обучающихся.....	9
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7	Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	11
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	11
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	12
10.1	Информационные технологии.....	12
10.2	Программное обеспечение.....	12
10.3	Базы данных и информационные справочные системы	12
11	Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	12
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	12
Приложение № 1		13
к рабочей программе дисциплины		13

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок</p>	<p>ОПК-1.5 Использование методов математического моделирования для теоретического анализа и научных исследований промышленных процессов</p>	<p>Знать: понятия и основные определения промышленных процессов (ЗН-1); Уметь: характеризовать промышленные процессы (У-1); Владеть: математическим аппаратом, необходимым для расчета промышленных систем и проведения научно-исследовательских работ (Н-1).</p>
<p>ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку</p>	<p>ОПК-3.4 Знание нормативов расхода сырья, материалов, топлива и реагентов</p>	<p>Знать: нормативы расхода сырья и материалов (ЗН-2); Уметь: рассчитывать расход реагентов для обеспечения заданной производительности по продуктам (У-2); Владеть: методиками составления материального и теплового баланса основного оборудования (Н-2).</p>

<p>ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку</p>	<p>ОПК-3.5 Умение разрабатывать проекты стандартов, технических требований, нормативных документов</p>	<p>Знать: действующие стандарты и ТУ на продукцию нефтегазохимии (ЗН-3); Уметь: разрабатывать проекты стандартов и ТУ (У-3); Владеть: выбором основного оборудования для процессов нефтегазохимии (Н-3).</p>
<p>ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</p>	<p>ОПК-4.1 Знание методов выявления и использования резервов производства с целью снижения себестоимости и повышения качества продукции</p>	<p>Знать: направления снижения энергозатрат и капитальных затрат при проектировании оборудования (ЗН-4); Уметь: определять оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-4); Владеть: навыками конструирования технологического оборудования (Н-4).</p>
<p>ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</p>	<p>ОПК-4.2 Знание методов определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений</p>	<p>Знать: методы определения эффективности нового оборудования и технологии (ЗН-5); Уметь: составлять рац. предложения и заявки на патенты (У-5); Владеть: методиками расчета основного технологического оборудования (Н-5).</p>

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование и проектирование в нефтегазохимии» относится к дисциплинам обязательной части плана Б1.О.05 подготовки магистров по программы магистратуры «Технология и продукты нефтегазохимии» и изучается на втором курсе обучения в магистратуре на третьем и четвертом семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Современные технологии переработки углеводородных газов и газового конденсата», «Современные технологии нефтегазохимии», «Технология совмещенных реакционно-ректификационных процессов».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Математическое моделирование и проектирование в нефтегазохимии» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе обучающегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов (очная форма обучения)
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	8/288
Контактная работа с преподавателем:	158
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	88
семинары, практические занятия	52
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	КП (16)
КСР	18
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	103
Формы текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	-
Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен, КП (27)

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.

№	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы			Самостоятельная работа, акад. Часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или Практич.	Лабораторные работы				
1	Методы математического моделирования основных процессов переработки нефти, газа и газового конденсата	9	13	-	10	ОПК-1 ОПК-3	ОПК-1.5 ОПК-3.4	
2	Решение задач по оптимизации работы промышленных технологических установок.	9	13	18	20	ОПК-3	ОПК-3.5	
3	Расчёт и основы проектирования основного и вспомогательного технологического оборудования	9	13	18	50	ОПК-4	ОПК-4.1	
4	Изучение ключевых разделов конструкторской документации на оборудование	9	13	-	23	ОПК-4	ОПК-4.2	

4.2 Занятия лекционного типа.

№	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Методы математического моделирования основных процессов переработки нефти, газа и газового конденсата Основные принципы математического моделирования. Методы построения моделей системы. Методы расчета средней молекулярной массы нефтяных фракций. Понятие о характеризующем факторе и его учет при расчете средней молекулярной массы. Основные принципы математического моделирования: вариационные принципы, применение аналогий при построении моделей, иерархический подход к получению моделей. Этапы построения моделей.	9	лекция-визуализация (ЛВ)

2	Решение задач по оптимизации работы промышленных технологических установок. Решение задачи оптимизация технологических объектов: Постановка задачи оптимизации, Применение стандартных средств математических программ (Excel, MathCAD) для решения задачи оптимизации. Применение специфических программ для моделирования химико-технологических систем на примере Aspen One	9	лекция-визуализация (ЛВ)
3	Расчёт и основы проектирования основного и вспомогательного технологического оборудования Расчет и определение констант фазового равновесия компонентов. Учет неидеальности паровой фазы. Однократное испарение. Доля отгона сырья. Многократное и постепенное испарение и конденсация. Ректификация многокомпонентных и сложных смесей. Составление материального баланса ректификационной колонны с помощью метода ключевых компонентов и по Хенгстебеку. Расчет температуры верха и низа колонны. Расчет минимального флегмового числа по Андервуду и оптимизация рабочего флегмового числа. Расчет числа теоретических тарелок колонны методами Фенске-Джиллиленда, Хенгстебека, от тарелки к тарелке. Тепловой баланс ректификационной колонны. Расчет внутренних материальных потоков в колонне. Предварительный расчет диаметра колонны. Явления, нарушающие нормальную работу тарелок. Гидравлический расчет тарелок. Построение диаграммы производительности тарелок. Расчет высоты колонны. Расчёт химических реакторов для проведения гомогенных и гетерогенных процессов. Расчёт нагревательных печей. Основные показатели работы печей. Повышение экономичности нагревательных печей.	9	лекция-визуализация (ЛВ)
4	Изучение ключевых разделов конструкторской документации на оборудование Виды и комплектность конструкторских документов, стадии разработки конструкторской документации, создание пояснительной записки.	9	лекция-визуализация (ЛВ)

4.3 Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).

№	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
		всего	
1	Методы математического моделирования основных процессов переработки нефти, газа и газового конденсата. Моделирование основных физико-химических характеристик индивидуальных соединений и нефтяных фракций. Построение математической модели процесса переработки углеводородов.	13	РД

2	Решение задач по оптимизации работы промышленных технологических установок. Решение задачи оптимизация технологических объектов на примере установок первичной и вторичной переработки нефти.	13	РД
3	Расчёт и основы проектирования основного и вспомогательного технологического оборудования Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз с помощью графика Гужова и методом Трегубова. Расчет числа теоретических тарелок колонны методами Фенске-Джиллиленда, Хенгстебека, от тарелки к тарелке. Составление материального баланса ректификационной колонны Расчет температуры верха и низа колонны	13	РД
4	Изучение ключевых разделов конструкторской документации на оборудование Составление спецификации на основное и вспомогательное оборудование.	13	РД

4.4 Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Создание модели работы установки каталитической переработки нефтяных фракций. Верификация полученных данных.	18	Контрольная работа
3	Расчёт основного и вспомогательного оборудования установки каталитической переработки нефтяных фракций. Выбор оборудования по каталогам предприятия изготовителя.	18	контрольная работа

4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций	10	Устный опрос
2	Изучение альтернативных комплексов программного обеспечения для моделирования	20	Устный опрос
3	Многокорпусные ректификационные колонны, реактора с движущимся слоем катализатора	50	Устный опрос
4	Нагревательные печи. Аппараты воздушного охлаждения	23	Устный опрос

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте:

<https://media.technolog.edu.ru>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме курсового проекта и экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами для проверки умений и навыков.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Константы фазового равновесия компонентов
2. Классификация химических реакторов.
3. Конструкция трубчатых печей.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

- 1 Гайле, А.А. Расчет ректификационных колонн: Учебное пособие / А. А. Гайле, В. Н. Клементьев, Б. В. Пекаревский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в. - СПб.: 2018. - 93 с.
- 2 Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-4988-0.

б) электронные учебные издания:

- 3 Гайле, А.А. Расчет ректификационных колонн: Учебное пособие / А. А. Гайле, В. Н. Клементьев, Б. В. Пекаревский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : 2018. - 93 с. СПбТИ. Электронная библиотека // technolog.bibliotech.ru Режим доступа: для зарегистрированных читателей.
- 4 Егорова, Е. В. Математическое моделирование химико - технологических процессов : учебно-методическое пособие / Е. В. Егорова, А. Ю. Закгейм. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/218615> (дата обращения: 23.01.2023). — Режим доступа: по подписке.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Медиалпортал СПбГТИ(ТУ) (информационно-образовательный сегмент ЕИС «Электронный Университет»)- Режим доступа: : <https://media.technolog.edu.ru>
2. Химическая информационная сеть Наука Образование Технология (ChemNet) – Режим доступа: www.chem.msu.su
3. Интернет-платформа Russian Science Citation Index (RSCI) – Режим доступа: <http://www.rsci.ru/>
4. «Электронный читальный зал – БиблиоТех» - Режим доступа: <https://technolog.bibliotech.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books//>
6. Интерактивная база данных книг и журналов Springer Link – Режим доступа: [Home - Springer](http://Home-Springer)

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Математическое моделирование и проектирование в нефтегазохимии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общитребования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ (ТУ) 044 – 2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 020-2011 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1 Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций; взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2 Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word), Aspen One (Aspen Plus, Aspen HYSYS).

10.3 Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Учебная аудитория оснащена необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Математическое моделирование и проектирование в нефтегазохимии»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	промежуточный
ОПК-3	Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	промежуточный
ОПК-4	Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.5 Использование методов математического моделирования для теоретического анализа и научных исследований промышленных процессов	Знает: понятия и основные определения промышленных процессов (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы №1-3 к экзамену	Имеет представление о некоторых понятиях и определениях промышленных процессов (ЗН-1)	Знает понятия и основные определения промышленных процессов (ЗН-1)	Знает понятия и основные определения промышленных процессов, дает четкие и развернутые определения (ЗН-1)
	Умеет: характеризовать промышленные процессы (У-1);	Правильные ответы на вопросы №4-6 к экзамену	Приводит перечень промышленных процессов (У-1);	Приводит перечень промышленных процессов и их признаки (У-1);	Приводит перечень промышленных процессов и их признаки, описывает процесс с точки зрения всех показателей (У-1);
	Владеет: математическим аппаратом, необходимым для расчета промышленных систем и проведения научно-исследовательских работ (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №7-9 к экзамену	Способен применять стандартные методики расчета на предоставленных данных (Н-1).	Способен корректно осуществлять выбор и анализ данных для подготовки процедуры расчета, используя стандартные методики (Н-1).	Способен самостоятельно отбирать, анализировать и систематизировать информацию, необходимую для расчета промышленных процессов (Н-1).
ОПК-3.4 Знание нормативов расхода сырья, материалов, топлива и реагентов	Знает: нормативы расхода сырья и материалов (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №10-12 к экзамену	Знает некоторые нормативы сырья при производстве продуктов нефтегазохимии (ЗН-2)	Знает нормативы сырья при производстве основных продуктов нефтегазохимии (ЗН-2)	Знает нормативы сырья и материалов при производстве основных продуктов нефтегазохимии (ЗН-2)
	Умеет: рассчитывать расход реагентов для обеспечения заданной производительности по продуктам (У-1);	Правильные ответы на вопросы №13-15 к экзамену	Умеет рассчитывать необходимый расход реагентов (У-2);	Умеет правильно рассчитывать выход основных и побочных продуктов (У-2);	Свободно рассчитывает необходимый расход реагентов, выход продуктов (У-2);

	Владеет: методиками составления материального и теплового баланса основного оборудования (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №16-17 к экзамену	Демонстрирует знания основ составления материального и теплового баланса оборудования (Н-2).	Демонстрирует навыки составления материального и теплового баланса оборудования (Н-2).	Уверенно владеет методиками составления материального и теплового баланса оборудования (Н-2).
ОПК-3.5 Умение разрабатывать проекты стандартов, технических требований, нормативных документов	Знает: действующие стандарты и ТУ на продукцию нефтегазохимии(ЗН-2);;	Правильные ответы на вопросы №18-20 к экзамену	Знает принципы составления стандартов нормативных документов (ЗН-3);	Знает как разрабатывать стандарты на продукцию нефтегазохимии (ЗН-3);	Уверенно и без ошибок отвечает на вопросы о принципах составления нормативных документов (ЗН-3);
	Умеет: разрабатывать проекты стандартов и ТУ (У-2);	Правильные ответы на вопросы №21-25 к экзамену	Ориентируется в разработке стандартов и ТУ (У-3)	Частично владеет разработкой стандартов и ТУ (У-3)	Свободно владеет разработкой стандартов и ТУ на новую продукцию(У-3)
	Владеет: выбором основного оборудования для процессов нефтегазохимии (Н-3)	Правильные ответы на вопросы №26-30 к экзамену	Имеет общее представление о выборе основного оборудования (Н-3).	Владеет выбором основного оборудования – реакторов и аппаратов для разделения (Н-3).	Свободно владеет выбором основного оборудования – для процессов нефтегазохимии (Н-3).
ОПК-4.1 Знание методов выявления и использования резервов производства с целью снижения себестоимости и повышения качества продукции	Знает: направления снижения энергозатрат и капитальных затрат при проектировании оборудования (ЗН-4);	Правильные ответы на вопросы №31-35 к экзамену	Имеет общее представление о направлениях снижения энергозатрат и капитальных затрат при проектировании оборудования (ЗН-4);	Знает направления основные снижения энергозатрат в процессах синтеза и разделения продуктов (ЗН-4);	Отлично знает направления снижения энергозатрат в процессах синтеза и разделения продуктов (ЗН-4);
	Умеет: определять оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-4);	Правильные ответы на вопросы №36-40 к экзамену	Недостаточно уверенно определяет оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-4)	Хорошо умеет определять оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-4)	Уверенно определяет оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-4)

	Владеет: навыками конструирования технологического оборудования (Н-4).	Правильные ответы на вопросы №41-45 к экзамену	Имеет слабые навыки расчета реакторов и ректификационных колонн (Н-4).	Хорошо владеет навыками расчета реакторов и ректификационных колонн (Н-4)	Уверенно владеет навыками расчета реакторов, ректификационных колонн и трубчатых печей (Н-4)
ОПК-4.2 Знание методов определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений	Знает: методы определения эффективности нового оборудования и технологии (ЗН-5);	Правильные ответы на вопросы №46-49 к экзамену	Знает методы расчета КПД о сновного оборудования (ЗН-5)	Знает методы повышения КПД гооборудования (ЗН-5)	Уверенно владеет методами повышения эффективности основного оборудования (ЗН-5)
	Умеет: составлять рац предложения и заявки на патенты (У-5);	Правильные ответы на вопросы №50-53 к экзамену	Имеет представление о составлении р ацпредложений и заявок на патенты (У – 5)	Умеет составлять рац предложения и заявки на патенты (У – 5)	Имеет опыт составления рац предложений и заявок на патент (У – 5)
	Владеет: методиками расчета основного технологического оборудования (Н-5).	Правильные ответы на вопросы №54-60 к экзамену и защита КП	Владеет основными методиками расчета технологического оборудования (Н-5)	Владеет навыками расчета технологического оборудования (Н-5)	Безошибочно рассчитывает аппараты нефтегазохимических процессов (Н-5)

3. Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на экзамене

1. Каким образом можно произвести моделирование фазового равновесия для бинарной системы при различных термодинамических условиях.
2. Расчет средней молекулярной массы нефтяных фракций. Понятие охарактеризующем факторе.
3. Расчет давления насыщенного пара веществ и нефтяных фракций.
4. Расчет плотности нефтяных фракций в жидком и парообразном состоянии.
5. Коррозия химического оборудования.
6. Расчет минимального флегмового числа по Андервуду.
7. Способы орошения и подвода тепла в ректификационную колонну.
8. Расчет расхода пара и жидкости в ректификационной колонне.
9. Методы расчета теплового эффекта реакции.
10. Расчет доли отгона сырья с помощью графика Гужова.
11. Расчет доли отгона сырья методом Трегубова.
12. Составление материального баланса ректификационной колонны методом ключевых компонентов.
13. Расчет материального баланса и ЧТТ колонны методом Хенгстебека
14. Тепловой баланс ректификационной колонны.
15. Расчет конвекционной камеры трубчатой печи.
16. Адиабатические реакторы для процессов, протекающих во внешней диффузионной области.
17. Характеристика и устройство тарелок ректификационных колонн.
18. Понятие о доле отгона сырья в процессе однократного испарения. Построение кривой ОИ бинарной системы.
19. Основные показатели работы трубчатых печей
20. Классификация химических реакторов.
21. Запорная, регулирующая, предохранительная и контрольная арматура
22. Расчет ЧТТ колонны методом «от тарелки к тарелке».
23. Предварительный расчет диаметра ректификационной колонны.
24. Расчет каскада реакторов идеального смешения.
25. Выбор типа реактора для проведения гомогенных процессов. Реакционные камеры, реакционные трубчатки, реакторы с мешалками.
26. Трубчатые контактные аппараты. Расчет диаметра реактора.
27. Реакторы с аксиальным вводом сырья. Гидравлический расчет.
28. Реакторы с радиальным вводом сырья. Расчет перепада давления в слое катализатора и гидравлического сопротивления перфорированных препятствий.
29. Реакторы с псевдооживленным слоем и с движущимся катализатором.
30. Реакторы барботажного типа.
31. Реакторы высокого давления.
32. Каскад адиабатических реакторов. Полочные реакторы с промежуточным теплообменом.
33. Для каких целей служит математический пакет MathCad?
34. Явления, нарушающие нормальную работу тарелок ректификационной колонны.
35. Сопоставление реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
36. Высокотемпературные теплоносители.
37. Основные параметры слоя катализатора: порозность, удельная поверхность и эквивалентный диаметр частиц катализатора
38. Расчет ЧТТ колонны методом Фенске-Джиллиленда.
39. Расчет температуры верхнего и нижнего сечения ректификационной колонны
40. Расчет реакторов идеального смешения периодического действия.
41. Расчет реакторов идеального вытеснения.
42. Расчет реакторов идеального смешения непрерывного действия

43. Понятие о моделировании и расчете адиабатических реакторов для проведения сложных реакционных процессов.
44. Понятие о поверочном расчете радиантной камеры печи.
45. Что является результатом решения системы дифференциальных уравнений?
46. Выбор типа и размера трубчатой печи.
47. Конструкция трубчатых печей.
48. Классификация и шифры нагревательных трубчатых печей.
49. Повышение экономичности нагревательных печей.
50. Преимущества и недостатки воздушного охлаждения по сравнению с водяным.
51. Что влияет на точность численного решения систему дифференциального уравнения?
52. Построение кривой ОИ методом Обрядчикова и Смидович.
53. Построение кривой ОИ методом Эдмистера.
54. Конструкции аппаратов воздушного охлаждения.
55. Схемы включения аппаратов воздушного охлаждения в технологические линии, регулирование их работы.
56. Выбор и расчет насосов и компрессоров.
57. Классификация трубопроводов, их проектирование.
58. Конструкционные материалы в промышленности основного органического синтеза.
59. Направления повышения экономической эффективности нефтехимических процессов.
60. Направления совершенствования ректификационных процессов.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

4 Темы курсовых проектов

1. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для разделения изопентан-пентановой фракции производительностью по сырью 12000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: н-бутан – 0.1, изопентан – 35.0, н-пентан – 64.5, фр. 40-70 (алканы С₆) – 0.4. Содержание изопентана в дистилляте – 99.5 % мас., в кубовом остатке – 0.5% мас. Давление в верхнем сечении колонны 2.5 кгс/см², в секции питания 2.9 кгс/см², в нижнем сечении 3.3 кгс/см². Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.4$.

2. Рассчитать изобутан-бутановую колонну ГФУ производительностью по сырью 30 т/ч. Состав сырья, % мас.: пропан – 0.2, изобутан – 35.0, н-бутан – 64.5, изопентан – 0.3. Содержание изобутана в дистилляте 99.0% мас., в кубовом остатке – 0.5 % мас. Давление в верхнем сечении колонны с клапанными тарелками 6.7 кгс/см², в секции питания – 7.1 кгс/см², в нижнем сечении – 7.5 кгс/см². Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.4$.

3. Рассчитать толуольную ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 15000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 0.1, толуол – 90.0, этилбензол – 3.0, изомеры ксилола (считать на м-ксилол) – 6.9. Содержание толуола в дистилляте 99.7 % мас., в кубовом остатке – 1.0 % мас. Давление в верхнем сечении колонны 1.2 кгс/см², в секции питания 1.35 кгс/см², в нижнем сечении – 1.5 кгс/см². Температура сырья 120 °С.

4. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для разделения аренов С₈ производительностью по сырью 30000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: этилбензол – 15, п-ксилол – 18, м-ксилол – 35, о-ксилол – 0.02. Среднее давление в

колонне 1.6 кгс/см², средняя температура 160 °С. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.2, секция питания – 1.6, нижнее сечение – 2.0. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.7$.

5. Рассчитать о-ксилольную ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 15000 кг/час. Состав сырья, % мас.: м-ксилол – 0.2, о-ксилол – 90.0, мезитилен – 9.8. Содержание мезитилена в дистилляте – 0.1 % мас., о-ксилола в кубовом остатке – 1 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.5, в нижнем сечении – 1.8. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.9$.

6. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками, предназначенную для разделения реакционной смеси процесса алкилирования бензола этиленом, производительностью по сырью 30000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 50.0, этилбензол – 45.0, диэтилбензолы (принять за 1,4-диэтилбензол) – 5.0. Содержание этилбензола в дистилляте – 0.1 % мас., бензола в кубовом остатке – 0.1 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.35, в нижнем сечении – 1.5. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.3$.

7. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками, предназначенную для разделения реакционной смеси процесса получения стирола дегидрированием этилбензола производительностью по сырью 10000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 0.2, этилбензол – 30.0, стирол – 69.8. Содержание стирола в дистилляте – 0.3 % мас., этилбензола в кубовом остатке – 0.1 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 0.5, в секции питания – 0.7, в нижнем сечении – 0.9. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.3$.

8. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками, предназначенную для разделения реакционной смеси процесса алкилирования бензола пропиленом, производительностью по сырью 10000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 27.0, кумол – 72.5, я-метил-4-изопропилбензол – 0.5. Содержание кумола в дистилляте – 0.1% мас., бензола в кубовом остатке – 0.05 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, секции питания – 1.3, в нижнем сечении – 1.4. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.4$.

9. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками, предназначенную для разделения реакционной смеси процесса алкилирования толуола этанолом, производительностью по сырью 15000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: толуол – 50.0, 1-метил-3-этилбензол – 15, 1-метил-4-этилбензол – 25, 1-метил-2-этилбензол – 10. Мольное отношение расходов в дистилляте и в кубовом остатке толуола – 90, 1-метил-2-этилбензола – 0.02. Среднее давление в колонне 1.4 кгс/см², средняя температура 150 °С. Давление, кгс/см²: верх – 1.2, секция питания – 1.4, нижнее сечение – 1.6. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.6$.

10. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 50000 кг/ч для выделения фракции 40-105 °С из прямогонной бензиновой фракции. Данные о кривой ИТК сырья, °С (% мас.): н.к. 40, 10% 80, 30% 105, 50% 129, 70% 147, 90% 162, к.к. 200. Значение характеризующего фактора для всех узкокипящих фракций считать постоянным $K=11.5$. Содержание фракций, % мас.: фр. 105-125 °С в дистилляте -2.0, фр. 85-105 °С в кубовом остатке – 1.0. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.5, секция питания – 1.65, нижнее сечение – 1.8. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.4$.

11. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 80000 кг/ч для выделения бензольной фракции 50-90°С из широкой фракции риформата. Данные о кривой ИТК сырья, °С (% мас.): н.к. 50, 10% 65, 30% 100, 50% 120, 70% 140, 90% 167, к.к. 190. Значение характеризующего фактора для всех узкокипящих фракций считать постоянным $K=10.7$. Содержание фракций, % мас.: фр. 90-125 °С в дистилляте – 1.0, фр. 65-90 °С в кубовом остатке – 0.5. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.5, секция питания – 1.7, нижнее сечение – 1.9. Мольная доля отгона $e_{mol}=0.4$.

12. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 40000 кг/ч для выдечения ксилольной фракции 105-140 из риформата бензиновой фракции. Данные о кривой ИТК сырья, °С (% мас.): н.к. 105, 10%

118, 50% 128, 90% 155, к.к. 182. Значение характеризующего фактора для всех узкокипящих фракций считать постоянным $K=10.5$. Содержание фракций, % мас.: фр. 140-160 °С в дистилляте – 1.5, фр. 120-140 °С в кубовом остатке – 1.0. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.2, секция питания – 1.35, нижнее сечение – 1.5. Температура сырья 140 °С.

13. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 15000 кг/ч для разделения аренов С₉. Состав сырья, % мас.: о-ксилол – 3.0, 1-метил-4-этилбензол – 8.0, иезитилен – 19.0, псевдокумол – 55.0, гемимеллитол – 10.0, н-бутилбензол – 5.0. Содержание мезитилена в кубовом остатке – 1.0 % мас., псевдокумола в дистилляте – 5.0% мас. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.2, секция питания – 1.5, нижнее сечение – 1.8. Температура сырья – 179 °С.

14. Рассчитать псевдокумольную колонну клапанными тарелками производительностью по сырью 10000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: мезитилен – 1.0, псевдокумол – 80.0, гемимеллитол – 14.0, н-бутилбензол – 5.0. Содержание гемимеллитола в дистилляте – 0.75 % мас., псевдокумола в кубовом остатке – 5.0 % мас. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.2, секции питания – 1.5, нижнее сечение – 1.8. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.8$.

15. Рассчитать ректификационную колонну стабилизации гидрогенизата установки гидроочистки дизельной фракции с клапанными тарелками производительностью по сырью 140 т/ч. Данные о кривой ИТК сырья, °С (% мас.): н.к. 195, 10% 215, 30% 247, 50% 271, 70% 292, 90% 308, к.к. 325. Значения характеризующего фактора для всех узкокипящих фракций считать постоянным $K=10.8$. Содержание фракций, % мас.: фр. 195-220 °С в дистилляте – 98.0, в кубовом остатке – 0.5. Давление, МПа: в верхнем сечении – 0.13, в секции питания – 0.14, в нижнем сечении – 0.16. Температура сырья 272 °С.

16. Рассчитать пропановую ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 54000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: этан – 0.1, пропан – 21.0, изобутан – 13.6, н-бутан – 34.0, изопентан – 17.8, н-пентан – 11.5, н-гексан – 2.0. Содержание пропана в кубовом остатке – 1.06 % мас., изобутана в дистилляте – 1.97 % мас. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 20.0, секция питания – 20.2, нижнее сечение – 20.5. Температура сырья 125 °С.

17. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для выделения алканов С₄ производительностью по сырью 60 т/ч. Состав сырья, % мас.: пропан – 0.1, изобутан – 20, н-бутан – 20, н-бутан – 35, изопентан – 19, н-пентан – 25.9. Содержание изопентана в дистилляте 0.2 % мас., н-бутана в кубовом остатке – 0.1 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 6.0, в секции питания – 6.3, в нижнем сечении – 6.6. Мольная доля отгона $e_{mol}=0.6$.

18. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для разделения пропан-пропиленовой фракции производительностью по сырью 25000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: этан – 0.1, пропилен – 95.0, пропан – 4.8, изобутен – 0.1. Содержание пропилена в дистилляте 99.7 % мас., в кубовом остатке – 2% мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 17.0, в секции питания – 17.4, в нижнем сечении – 17.8. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.96$.

19. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для отгонки бензола от хлорпроизводных бензола производительностью по сырью 20000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 20, хлорбензол – 74, п-дихлорбензол – 6.5, о-дихлорбензол – 2. Содержание хлорбензола в дистилляте – 0.2 % мас., бензола в кубовом остатке – 0.03 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.3, в нижнем сечении – 1.4. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.3$.

20. Рассчитать хлорбензольную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 16000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 0.03, хлорбензол – 90, п-дихлорбензол – 6.5, о-дихлорбензол – 3.47. Содержание п-дихлорбензола в дистилляте – 0.1 % мас., хлорбензола в кубовом остатке – 0.5 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.35, в нижнем сечении – 1.5. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.9$.

21. Рассчитать бензольную колонну с клапанными тарелками для разделения продуктов диспропорционирования толуола производительностью по сырью 30000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 20, толуол – 52, п-ксилол – 7, м-ксилол – 13, о-ксилол – 8. Содержание бензола в дистилляте – 99.8 % мас., в кубовом остатке – 0.1% мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.3, в секции питания – 1.5, в нижнем сечении – 1.7. Мольная доля отгона сырья $e_{mol}=0.3$.

5 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). При этом «экзамен» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.